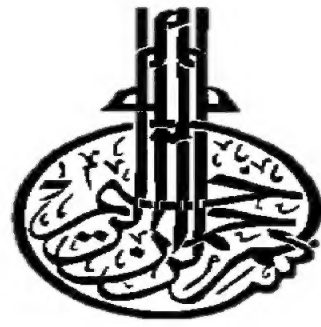


المحتويات



قائمة المحتويات

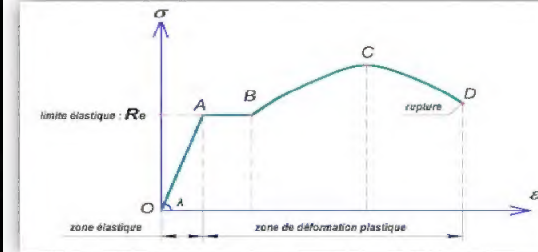
- 01 تعريف مقاومة المواد
- 02 هدف من مقاومة المواد
- 03 فرضيات مقاومة المواد
- 04 الأفعال
- 05 الجهود الداخلية
- 06 التحريضات البسيطة

بتوفيق من الله عز وجل انجزت هذا العمل المتواضع الذي أرجوا أن يفيد تلاميذ المقبلين على امتحان شهادة البكالوريا على ما تحتوي من جوانب علمية قيمة و مطروحة بشكل واضح و بسيط.

استعد
للبكالوريا
2020



الشعبة الهندسة المدنية
المستوى الثالثة ثانوي
المجال الميكانيك المطبقة
الوحدة التعليمية الأولى



كتابة الأستاذ
كلية معاد

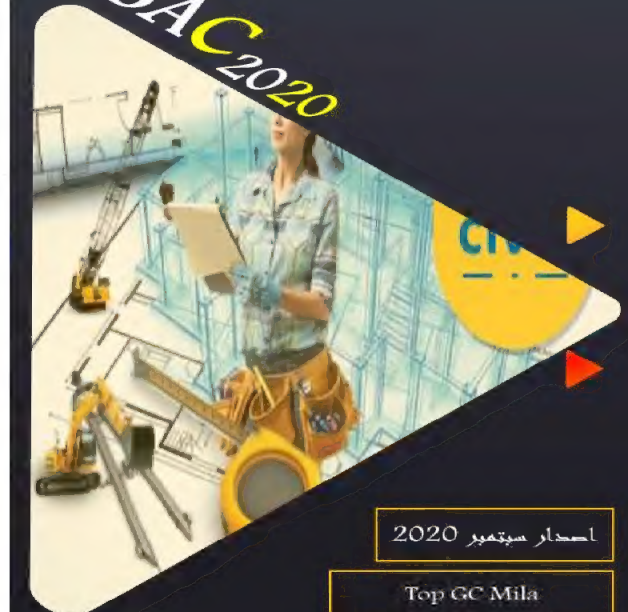


مقاومة المواد



R.D.M
Résistance De Matériaux

BAC 2020



اصدار سبتمبر 2020

Top GC Mila

يوم: 13 سبتمبر 2019
المجال: الميكانيك المطبقة

دروس الدعم و التقوية في مادة الهندسة المدنية
تخصص: تكنولوجيا (هندسة مدنية)

الوحدة التعليمية الأولى مقاومة المواد

نشاط:

لدينا رافدة خرسانية قبل وضع احمال عليها:

ما هي القوى المؤثرة في الرافدة؟

✓ هي قوة ابتدائية.

بعد وضع حمولة عليها:

ما هي القوى المؤثرة في الرافدة؟ وماذا تلاحظ؟

✓ هي قوة مركزة خارجية.

✓ نلاحظ انحناء الرافدة.

ثم نضيف حمولة اخرى عليها:

ما هي القوى المؤثرة في الرافدة؟ وماذا ينتج عن هذه المؤثرات؟

✓ هي قوتين مركبتين خارجيتين.

✓ ينتج تشوه وقد يؤدي الى انهيار أو انكسار الرافدة.

ماذا تقترح لمقاومته؟

✓ نقترح بقيام الدراسات لهذه المواد من أجل تحديد ومعرفة الخصائص الميكانيكية والقوى المطبقة عليها حتى

تضمن مقاومة وأمانا، وتسمى هذه الدراسات بـ: **مقاومة المواد**.

1/ تعريف مقاومة المواد

وهو علم يختص بدراسات تحليلية وتقويمية لمواد هندسية مختلفة قصد ضمان المقاومة والأمان، والتي تستخدم في إقامة المنشآت وفي صناعة الماكينات وفي إنشاء وصيانة الأعمال الهندسية المدنية.

2/ هدف من مقاومة المواد

تتلخص أهمية مقاومة المواد في ثلاثة أهداف رئيسية وهي:

1. معرفة السلوك والخصائص الميكانيكية والطبيعية (المصدر، الانتماء، المكونات، التشوهات، المقاومة...) للمواد المستعملة في مجال البناء (تربة - خرسانية - فولاذ) وعلى هذا الأساس يتم اختيار المادة المناسبة.
2. دراسة مقاومة العناصر ضد الانهيار والاجهادات والانفعالات للمنشآت والماكينات من المواد المختلفة نتيجة تأثير الأحمال.
3. دراسة تشوهات عناصر المنشآت.

كما تسمح بحل عدة مشاكل منها:

- ✓ حساب مقاومة المواد.
- ✓ حساب الصلابة.
- ✓ تحديد الأشكال الأكثر اقتصادا بحساب أبعاد المواد التي تقاوم بكل أمان الجهود المعلومة القيمة وطريقة التأثير.

مثال:

✓ برج إيفل: هو أشهر مثال لهندسة القرن 19 ويتكون خصوصا من الحديد المصنوع المقاوم للصدأ ولسلامة البرج تمت مراقبته وفقا لمقاومة المواد.

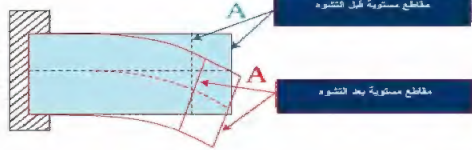
✓ السكك الحديدية: المصنوع من حديد الزهر والمعروف بمقاومته للضغط سمح لنا بصنع شبكة السكك الحديدية وذلك بفضل دراستها وفقا لمقاومة المواد.

3/ فرضيات مقاومة المواد

✓ **فرضيات حول القوى:** لا يوجد في الجسم أي قوة داخلية قبل وضع الحمل عليه.

✓ **فرضيات حول الأجسام:** تقبل هذه الفرضية، بوجود علاقة خطية بين القوة والتشوه.

✓ **فرضيات حول التشوهات:** التشوهات صغيرة جدا بالنسبة لأبعاد الجسم بحيث نهمل التشوهات أثناء كتابة معادلات التوازن.



4/ الأفعال

✓ **حسب طبيعتها:** عملها:

✓ **قوة دائمة:** وهي لا تتغير في القيمة أو المكان مثل وزن المنشأ الذاتي.

✓ **قوة متغيرة:** وهي تتغير في القيمة أو المكان مثل هبوب الرياح وتساقط الأمطار والثلوج.

✓ **حسب توزيعها:**

✓ قوة ذات توزيع متغير	✓ قوة موزعة بانتظام	✓ قوة مركزة

5/ الجهود الداخلية

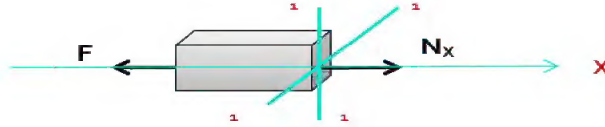
الدراسة تكون محددة على الروافد بحيث تعرف هذه الروافد بمحورها ومقاطعها المستقيمة.

نعتبر رافدة في توازن تحت تأثير جملة من الأفعال نحدث قطع خيالي (S) متعامد مع المحور الطولي للرافدة حيث تفصل به الرافدة إلى جزأين: الجزء الأيمن والجزء الأيسر.

نعزل الجزء الأيمن وندرس الجزء الأيسر

✓ التأثيرات الميكانيكية التي يؤثر بها الجزء الأيسر على الجزء الأيمن في المقطع المستقيم هي تأثيرات ميكانيكية داخلية للرافدة.

سؤال:
 ✗ اكتب معادلة التوازن للجسم؟
 ✗ اكتب معادلة الاجهاد؟
 ✗ معادلة التوازن:



$$\sum F_x = 0 \Leftrightarrow N_x - F = 0$$

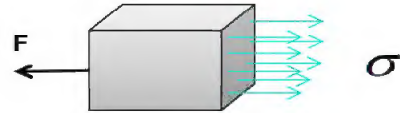
$$\Rightarrow N_x = F$$

$$N_x \neq 0 (N_x > 0) ; T_y = 0 ; T_z = 0 ; M_x = 0 ; M_y = 0 ; M_z = 0$$

معادلة الاجهاد الناطمي (σ):

$$\sigma \times S = N \Rightarrow \sigma = \frac{N}{S}$$

معناه أن: **الاجهاد الناطمي (σ) = قوة الشد (N) / المساحة (S)**



σ

حيث:

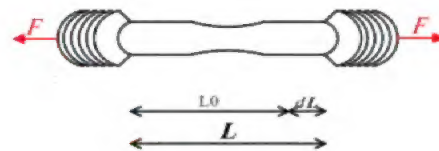
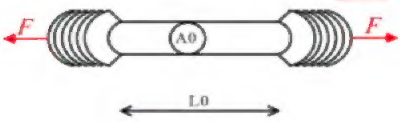
N : قوة شد (الجهد).

S : مساحة المقطع المشدود.

σ : الاجهاد الناطمي.

تجربة الشد البسيط:

نأخذ عينة ونعرضها للشد قصد دراسة خواص المواد وتحديد معايير الاجهادات المسموح بها، حيث يتميز بكون أطرافها حتى يسهل مسكها وبالتالي شداها.



حيث:

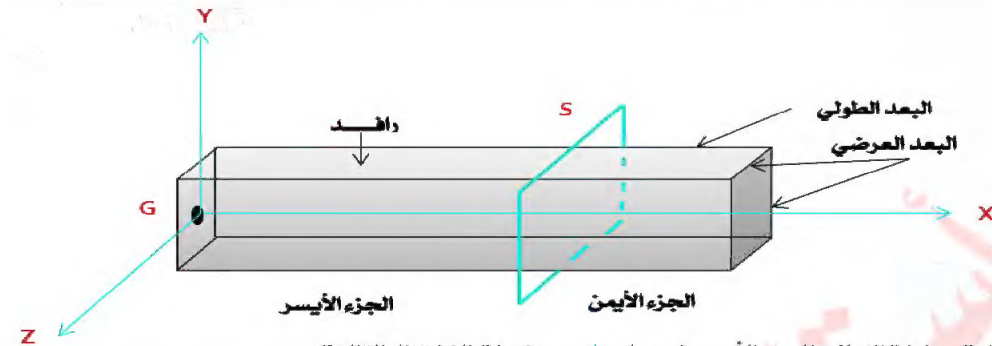
A_0 : السطح الابتدائي للمقطع.

L_0 : الطول الابتدائي للعنصر (الطول الأصلي).

بعد تعريض المخبرة لاختبار الشد، وجعل الشد يتزايد تدريجيا ماذا تلاحظ؟
 ✓ نلاحظ زيادة وتمدد المقطع.

تسمى الزيادة في الطول (ΔL) بـ: الاستطالة المطلقة للقضيب.

يمكن ايجاد الاستطالة النسبية (التشوه النسبي) ويرمز لها بالرمز (ϵ): $\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$



بعد كتابة معادلة التوازن للجزء الأيسر نحصل على مركبات الاختزال التالية:

N_x : الجهد الناطمي على محور (G_x).	M_x : عزم الالتواء على محور (G_x).
T_y : الجهد القاطع على محور (G_y).	M_y : عزم الانحناء على محور (G_y).
T_z : الجهد القاطع على محور (G_z).	M_z : عزم الانحناء على محور (G_z).

6/ التحريضات البسيطة

- هي الجهود الناتجة في كل نقطة وفي كل مقطع للهيكل عن التأثيرات وتكون معرفة بقوى أو جهود أو عزوم.
- لايجاد تأثير قوى خارجية كيفية على جسم صلب، من البديهي دراسة سلوكه تحت تأثير التحريضات البسيطة.
- نسمي تحريض بسيط، حالة إجهاد الرافدة إذا نتج مركب اختزال وحيد من بين المركبات الستة السابقة. يكون الجسم تحت تأثير:

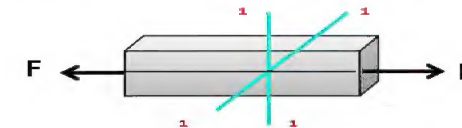
✓ الشد البسيط.	✓ الالتواء البسيط.
✓ الانضغاط البسيط.	✓ الانحناء البسيط.
✓ القص البسيط.	

1- الشد البسيط

إذا اختزلت القوى الخارجية إلى قوتين متساويتين متعاكستين خارجيا وألت إلى تمديد الجسم. هي هذه الحالة نوع التحريض هو شد بسيط.

مثال: حبل يرفع حمولة قضبان من نظام مثلي.

ليكن لدينا جسم معرض للشد البسيط نقوم بقطع تخيلي للجسم حسب المستوى 1-1 ونهدف الجزء الأيمن منه مع المحافظة على الجسم في حالة التوازن



الحل:

1. حساب اجهاد القضيب فولاذي:

$$\begin{cases} S = 30 \times 40 = 1200 \text{ cm}^2 \\ N = 12t = 12 \times 10^3 \text{ kg} \\ \bar{\sigma} = 1440 \text{ kg/cm}^2 \\ L = 5 \text{ m} = 5 \times 10^3 \text{ cm} \\ E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 \end{cases}$$

لدينا:

$$\sigma = \frac{N}{S} = \frac{12 \times 10^3 \text{ kg}}{1200 \text{ cm}^2} \Rightarrow \sigma = 10 \text{ kg/cm}^2$$

تحقق من شرط المقاومة:

$$\sigma \leq \bar{\sigma} \Leftrightarrow \sigma = 10 < \bar{\sigma} = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

لدينا:

اذن شرط المقاومة محقق.

2. حساب استطالة هذا القضيب:

$$\Delta L = \frac{N \times L}{E \times S}$$

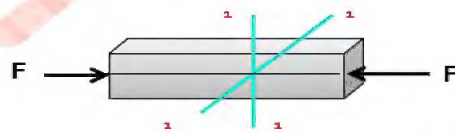
نطبق قانون هوك:

$$\Rightarrow \Delta L = \dots \square$$

2- الانضغاط البسيط

إذا اختزلت القوى الخارجية إلى قوتين متساويتين متعاكستين داخليا وألت إلى تمديد الجسم. في هذه الحالة نوع التحريض هو انضغاط بسيط. مثل: عمود تحت تأثير ثقل الأرضية.

ليكن لدينا جسم معرض للانضغاط البسيط نقوم بقطع تخيلي للجسم حسب المستوى 1-1 ونحذف الجزء الأيمن منه مع المحافظة على الجسم في حالة التوازن



سؤال:

✗ اكتب معادلة التوازن للجسم:

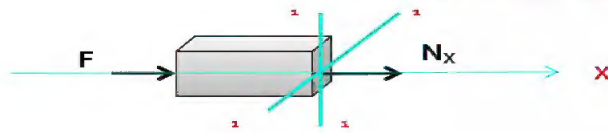
✗ اكتب معادلة الاجهاد:

✗ معادلة التوازن:

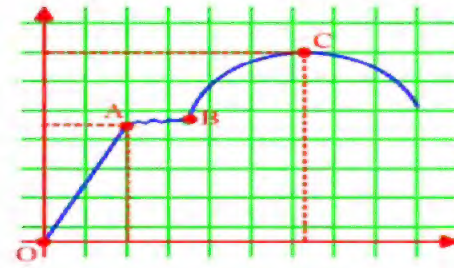
$$\sum F_x = 0 \Leftrightarrow N_x + F = 0$$

$$\Rightarrow N_x = -F$$

$$N_x \neq 0 (N_x < 0); T_x = 0; T_z = 0; M_x = 0; M_y = 0; M_z = 0$$



لواجرينا التجربة على الفولاذ ضئيل الكربون لاتضح لنا مميزات و ذلك بزيادة الحمل المحوري على دفعات تجريبية صغيرة و يستمر حتى يحدث كسر العيننة حيث نتحصل على الرسم البياني الذي يصف خصائص مقاومة المواد. أو من الناحية الرياضية يمكن التعبير عن الاجهاد المحوري كدالة للاستطالة النسبية (التشوه النسبي): $\sigma = f(\epsilon)$. قراءة المنحني:



✓ المرحلة (OA) مرحلة المرونة:

المنحني عبارة عن خط مستقيم، و يتميز بالتناسب حيث كل ما زاد التشوه كلما زاد الاجهاد.

✓ المرحلة (AB) مرحلة الانسياب:

حيث يتغير طول العيننة تغيرا محسوبا بزيادة بسيطة للحمولة.

✓ المرحلة (BC) مرحلة عودة المانعة (مرحلة اللدونة):

في هذه المرحلة لا يوجد تناسب بين الاجهاد و التشوه

✓ المرحلة (CD) مرحلة الانهيار:

نلاحظ أن الاجهادات تكبر دون زيادة في الحمل و عند بلوغ الاجهاد حد المقاومة (حد الانكسار) (σ_r) يتشكل ما يدعى بالعنق في هذه الحالة يحدث انكسار للعيننة.

✗ اجهاد المرونة: σ_e ✗ اجهاد الانكسار: σ_r

✗ قانون هوك:

في مرحلة المرونة لاحظنا ان المنحني عبارة عن خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته: $\sigma = f(\epsilon)$ من منحني تجريبية الشد البسيط.

$$\text{معناه أن: الميل } (E) = \frac{\text{المقابل } (\sigma_e)}{\text{المجاور } (\epsilon_e)} \quad \text{اذن قانون هوك هو: } \sigma = E \times \epsilon$$

E : معامل المرونة الطولي (بيانها هو ميل المستقيم او معامل توجيهه) و قيمته تختلف من مادة لأخرى.

✗ شرط المقاومة:

حتى يكون العنصر مقاوما بأمان الاجهاد المحسوب (σ) يجب أن لا يتجاوز الاجهاد المسموح به $(\bar{\sigma})$: $\sigma \leq \bar{\sigma}$

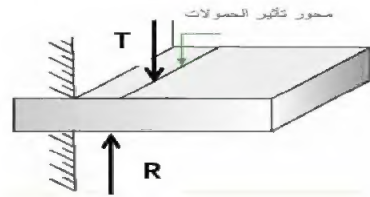
$$\begin{cases} \sigma = E \times \epsilon = E \times \frac{\Delta L}{L} \\ \sigma = \frac{N}{S} \end{cases} \Leftrightarrow \sigma = E \times \frac{\Delta L}{L} = \frac{N}{S}$$

استنتاج قانون الاستطالة (التمدد):

$$\Rightarrow \Delta L = \frac{N \times L}{E \times S}$$

مثال تطبيقي 01:

1. أحسب اجهاد قضيب فولاذي ذو أبعاد $(30 \times 40) \text{ cm}$ تحت تأثير قوة شد تساوي $(12t)$ ، ثم تحقق من شرطالمقاومة علما أن: $\bar{\sigma} = 1440 \text{ kg/cm}^2$ 2. أحسب استطالة هذا القضيب، علما أن الطول الابتدائي يساوي (5 m) و $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$.

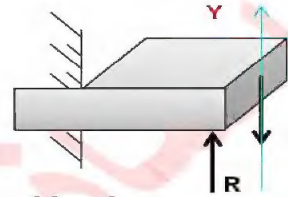


ليكن لدينا جسم معرض للقص البسيط نقوم بقطع تخيلي للجسم .

سؤال:

- ✗ اكتب معادلة التوازن للجسم؟
- ✗ اكتب معادلة الاجهاد؟

معادلة التوازن:



$$\sum F_y = 0 \Leftrightarrow R - T = 0$$

$$\Rightarrow T = R$$

$$N_x = 0; T_y \neq 0; T_z \neq 0; M_x = 0; M_y = 0; M_z = 0$$

معادلة الاجهاد المماسي (τ):

$$\tau \times S = T \Rightarrow \tau = \frac{T}{S}$$

معناه أن: **الاجهاد المماسي (τ) = (قوة القص (T) / المساحة (S))**

حيث:

T : قوة القص .

S : مساحة المقطع المضغوط .

τ : الاجهاد المماسي .

قانون هوك:

نفترض أنه يحدث للمقطع انزلاق شاقولي في مستواه الخاص و من قانون هوك فان الاجهادات متناسبة مع الانزلاقات و

$$\tau = G \times \gamma$$

بالتالي:

G : معامل مرونة العرضي و يختلف باختلاف المادة .

γ : زاوية الانزلاق أو القص و تكون بالراديان .

شرط المقاومة:

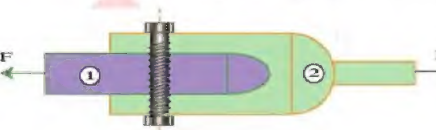
$$\tau \leq \bar{\tau} \quad \text{حتى لا يحدث تشوه للقطعة يجب أن يتحقق شرط المقاومة:}$$

مثال تطبيقي 03:

أحسب قطر البرغي الضروري الذي يربط العنصرين (1) و (2) بأمان علما أن: ($F = 30 \text{ kN}$) و ($\bar{\tau} = 1000 \text{ kg/cm}^2$) .

الحل:

$$\tau = \frac{T}{S} \leq \bar{\tau} \Leftrightarrow D \geq \dots \text{cm} \Rightarrow D \geq \dots \text{mm}$$



معادلة الاجهاد الناطمي (σ):

$$\sigma \times S = N \Rightarrow \sigma = \frac{N}{S}$$

معناه أن: **الاجهاد الناطمي (σ) = (قوة الانضغاط (N) / المساحة (S))**

حيث:

N : قوة انضغاط (الجهد) .

S : مساحة المقطع المضغوط .

σ : الاجهاد الناطمي .

شرط المقاومة:

حتى يكون العنصر مقاوما بأمان الاجهاد المحسوب (σ) يجب أن لا يتجاوز الاجهاد المسموح به ($\bar{\sigma}$) .

$$\sigma \leq \bar{\sigma}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma = E \times \varepsilon = E \times \frac{\Delta L}{L} \\ \sigma = \frac{N}{S} \end{array} \right. \Leftrightarrow \sigma = E \times \frac{\Delta L}{L} = \frac{N}{S}$$

استنتاج قانون الاستطالة (التقص):

$$\Rightarrow \Delta L = \frac{N \times L}{E \times S}$$

مثال تطبيقي 02:

قضيب معدني طوله ($L = 110 \text{ cm}$) يتلقى قوة انضغاط ($N = 80 \text{ t}$) مقطعه دائري ($\phi = 10 \text{ cm}$) .

• أوجد الاجهاد الناطمي .

الحل:

1. ايجاد الاجهاد الناطمي:

$$\left\{ \begin{array}{l} L = 110 \text{ cm} \\ N = 80 \text{ t} = 12 \times 10^3 \text{ kg} \\ \phi = 10 \text{ cm} \end{array} \right.$$

لدينا:

$$\sigma = \frac{N}{S} = \frac{12 \times 10^3 \text{ kg}}{\pi \times \left(\frac{10}{2}\right)^2} = \dots \text{t/cm}^2 = \dots \text{kg/cm}^2 \quad \square$$

3- القص البسيط

إذا اختزلت القوى الخارجية إلى قوتين تؤولان إلى فصل الجسم إلى قطعتين بالانزلاق حسب مستوى القطع .

• مثل : قطع صفيحة حديدية إلى قطعتين .

لتكن رافدة مدمجة تؤثر عليها حمولات قريبة من مقطع الاندماج (حمولة T و رد فعل R) ، إذا ضاعفنا الحمولة

فإننا نلاحظ مرحلة الانزلاق المرنة ثم مرحلة الانزلاق غير المرنة ليتبع

بالتفصال بالقص، في هذه الحالة نوع التحريض هو قص بسيط .

الهندسة المدنية



Prof: Kahla Mouad
Mouad.kahla43@gmail.com

ان كان هناك توفيق فهو من الله عزوجل
و ان وجد خطأ فهو مني و من الشيطان
اذا ورد خطأ مطبعي عليكم بتبلغنا في
المجموعة شكرا



بالتوفيق في دورة 2020